



Рис 1. Дифрактограмма порошков  $\text{ZrO}_2$ –5 масс.%  $\text{Y}_2\text{O}_3$  синтезированных в условиях 1; 2; 3 и 4

## НАСЛАИВАНИЕ РАЗНОРАЗМЕРНЫХ МОЛЕКУЛ АММОНИЕВЫХ И КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ – ПУТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТРИБОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА

Сырков А.Г., Силиванов М.О.\*

Национальный минерально-сырьевой университет “Горный”,  
г. Санкт-Петербург, Россия

\*E-mail: [n\\_misha@mail.ru](mailto:n_misha@mail.ru)

## THE LAYERING OF DIFFERENT-SIZED MOLECULS OF AMMONIUM AND SILICON-ORGANIC COMPOUNDS AS A WAY OF REGULATION OF METAL'S TRIBOCHEMICAL PROPERTIES

Syrkov A.G., Silivanov M.O.\*

Mining university, Saint-Petersburg, Russia

It is educed, with other things being equa, addition of triamon (T) underlayers to Al – additives over with the external chemisorbtion layer of ethylhydridesiloxane lead to the decline of friction force and friction coefficient in the system as far as reduction of number of T-layer, from three to one.

В последние годы в Горном университете разработан новый метод регулирования трибохимических свойств металла – наслаивание разноразмерных молекул катионных ПАВ и этилгидридсилоксанов [1-5]. Метод основан на применении принципов молекулярного наслаивания, четвертичных соединений аммония (ЧСА) отличающихся на порядок по размеру углеводородного радикала у атома азота, а также – на обнаруженном стабилизирующем действии низкомолекулярных ЧСА в адсорбированном состоянии [2,4]. В данной работе изучено влияние подслоя между подложкой (Al-порошок ПАП-2) и внешним функцио-

нальным слоем на фундаментальные трибологические характеристики (силу ( $F_{тр}$ ) и коэффициент трения ( $f$ )) в трибосистеме со смазкой в виде индустриального масла И-20 с добавкой модифицированного металла.

В качестве адсорбатов использовали ЧСА, алкамон (А) и триамон (Т), с разными по размеру алкильными радикалами ( $C_{16}$ – $C_{18}$  и  $C_1$ – $C_2$  соответственно), и гидрофобизирующую кремнийорганическую жидкость ГКЖ - 94 (ГКЖ). Обработка в парах модификаторов производилась согласно методике, описанной в работах [2, 3]. Измерения  $f$  проводились на машине трения ДМ-29М с трибологической парой сталь-бронза. Используемая в опытах нагрузка - 5 кН, давление  $p=17$  МПа.

Выявлено, что наименьшим значением  $f$  соответствуют смазки с порошками, где на Al последовательно адсорбированы Т и А или Т и ГКЖ (образцы Al/Т/А или Al/Т/ГКЖ соответственно). Замечено улучшение антифрикционных свойств (уменьшение  $f$ ) до 25% относительно трибосистемы с исходной Al – пудрой. Схожие эффекты наблюдались и для трибосистем с порошками на основе меди [4]. Предварительное нанесение двух или трех Т-подслоев на металл (в образцах Al/Т/Т/ГКЖ и Al/Т/Т/Т/ГКЖ) не дает такого эффекта снижения  $f$ . Похожий вывод для водоотталкивающих свойств был получен для систем с внешним адсорбционным слоем А [5]. Из изученных Al – добавок заметное усиление антифрикционного эффекта показывают лишь те, где под внешним слоем А или ГКЖ находится один Т – подслоем с небольшими по размеру органическими заместителями у атома азота. При измерении интегрального показателя показателя трения  $D$  акустическим методом, который позволяет повышать  $p$  до 47 МПа [5], наблюдается характерный синергетический эффект снижения  $D$ , пропорционального  $F_{тр}$ , в 2-3 раза в системах с порошками, содержащими одновременно Т и А в поверхностном слое [4-6].

1. Syrkov A.G. (Book Chapter). Smart Nanoobjects: from laboratory to industry. NY: Nova Science publishers Inc., 2013. 214p.
2. Сырков А.Г. // ЖОХ. 2013. Т.83. №8. С.1392-1393.
3. Сырков А.Г., Фадеев Д.В., Тарабан В.В., Силиванов М.О. // Конденсированные среды и межфазные границы. 2014. Т.16. №2. С.215-219.
4. Syrkov, A.G. // Russian Journal of General Chemistry. V.85. N.6. P.1538-1539
5. Быстров Д.С. Дис. ... канд. хим. наук. СПб: СПбГТИ(ТУ), 2009. 182с.
6. Nazarova E.A., Syrkov A.G., Brichkin V.N. // Adv. Mater. Res. 2014. V.1040. P.103-106.